

PAT-NO: JP409277106A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09277106 A  
TITLE: BORING BAR  
PUBN-DATE: October 28, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

UEDA, HIROKI  
FUJIURA, TAKAYASU  
NAGURA, KAZUKO  
KOBAYASHI, NAOHIRO  
KOIZUMI, TAKAYUKI  
FUJII, TORU

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

KOBE STEEL LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP08095391  
APPL-DATE: April 17, 1996

INT-CL (IPC): B23B029/02

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the occurrence of a chattering vibration even in the case of a more stringent boring condition by integrating a head part and a stiffening member with each other, and stacking a fiber reinforced composite material on the external surface of the stiffening member.

SOLUTION: A boring bar is formed to have a head part 3 holding a cutting tip 1 on the end of an axial shank part 3. Furthermore, the head part 2 and a stiffening member (cross type core material) 4 are integrated with each other, and a fiber reinforced composite material 7 is stacked on the

external surface  
of the cross type core material 4. As a result, the rigidity of the  
joint of  
the head part 2 and the shank part 3 can be increased, and the  
natural  
frequency thereof can be raised. In addition, the deformation of the  
end of  
the head part 2 can be restrained, and even in the case of a more  
stringent  
boring condition, a chattering vibration at a boring process can be  
reduced.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-277106

(43) 公開日 平成9年(1997)10月28日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

B 2 3 B 29/02

識別記号

庁内整理番号

F I

B 2 3 B 29/02

技術表示箇所

A

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平8-95391

(22) 出願日

平成8年(1996)4月17日

(71) 出願人 000001199

株式会社神戸製鋼所

兵庫県神戸市中央区臨浜町1丁目3番18号

(72) 発明者 上田 宏樹

兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号

株式会社神戸製鋼所神戸総合研究所地区内

(72) 発明者 藤浦 貴保

兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号

株式会社神戸製鋼所神戸総合研究所地区内

(72) 発明者 名倉 和子

兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号

株式会社神戸製鋼所神戸総合研究所地区内

(74) 代理人 弁理士 明田 莞

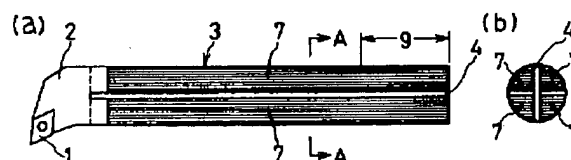
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ボーリングバー

(57) 【要約】

【課題】 ボーリングバーの突き出し長さLと外径Dとの比L/Dが大きくなる場合や、中ぐり加工条件がより過酷になる場合でも、中ぐり加工時のびびり振動を低減させることが可能なボーリングバーを提供する。

【解決手段】 軸状のシャンク部の先端に切削チップを保持するヘッド部を設け、かつ前記シャンク部が繊維強化複合材からなる軸状の本体と、この本体の長手方向断面に設けられ前記繊維強化複合材よりも曲げ弾性率の高い弾性材からなる補剛部材を備えてなるボーリングバーにおいて、前記ヘッド部と前記補剛部材を一体に形成するとともに、前記補剛部材の外周面に繊維強化複合材を積層する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 軸状のシャンク部の先端に切削チップを保持するヘッド部を設け、かつ前記シャンク部が繊維強化複合材からなる軸状の本体と、この本体の長手方向断面に設けられ前記繊維強化複合材よりも曲げ弾性率の高い弾性材からなる補剛部材を備えてなるボーリングバーにおいて、

前記ヘッド部と前記補剛部材を一体に形成するとともに、前記補剛部材の外周面に繊維強化複合材を積層したことを特徴とするボーリングバー。

【請求項2】 前記ヘッド部と前記補剛部材を削り出し法又は塑性加工法により一体に形成されていることを特徴とする請求項1記載のボーリングバー。

【請求項3】 前記ヘッド部と前記補剛部材を溶接法またはろう付け法により一体に形成されていることを特徴とする請求項1記載のボーリングバー。

【請求項4】 前記補剛部材が平板形状であり、かつその幅方向が切削時の主分力方向に配向されていることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載のボーリングバー。

【請求項5】 前記補剛部材の断面が平板を交差させた十の字形状であり、かつ十の字形状のそれぞれの幅方向が切削時の主分力方向と背分力方向にそれぞれ配向されていることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載のボーリングバー。

【請求項6】 前記シャンク部の外周に、前記繊維強化複合材よりも曲げ弾性率の高い弾性材からなる被覆層を備えてなることを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載のボーリングバー。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、工作機械において中ぐり加工を行う際に用いられるボーリングバーに関するものであり、特に加工時のびびり振動を低減させることが可能となるボーリングバーに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】ボーリングバーは工作物の中ぐり加工に用いられている。このボーリングバーの先端部は切削チップを保持し、後端部は工作機械の主軸や刃物台等のベースホルダに装着されている。長尺の中ぐり加工の需要が多くなり、ボーリングバーの固定部からの突き出し長さ $L$ を長くして、中ぐり切削加工が行われている。突き出し長さ $L$ が長くなると、すなわち突き出し長さ $L$ とボーリングバーの外径 $D$ との比 $L/D$ が大きくなると、中ぐり加工時にびびり振動が発生し易くなる。このびびり振動が切削面の仕上げ精度を低下させたり、ボーリングバー先端の切削チップの寿命を低下させる原因となる。

【0003】従来、ボーリングバーの $L/D$ が大きくなる場合には、防振手段を配設した防振ボーリングバーや、ボーリングバーの本体に剛性の高い超硬合金を使用

した超硬合金製ボーリングバー等を用い、びびり振動の発生を回避してきた。しかし、防振ボーリングバーは構造が複雑なために、微妙な調整を必要とし、高価である。一方、超硬合金製ボーリングバーは超硬合金の比重が大きいため、太径のボーリングバーは重量が過大となり取扱いに問題を生じる。

【0004】このため、ボーリングバーのびびり振動振動の防止手段として、ボーリングバー本体の材料として、繊維強化複合材を用いることが提案されてきた。例えば、実開平5-39806公報、特願平6-318332公報である。

【0005】実開平5-39806公報のボーリングバーは、図11に示すように、先端部に切削チップを保持するヘッド部21と、後端部にクランプ部22を設けた軸状の鋼製芯材20を有し、かつこの鋼製芯材20のヘッド部21とクランプ部22との間の周囲に繊維強化複合材からなる被覆層23をもつ繊維強化複合材被覆のボーリングバーである。この被覆層23の繊維強化複合材は剛性が高くかつ比重が小さいことから、繊維強化複合材被覆のボーリングバーはその固有振動数が高くなる。この結果、繊維強化複合材被覆のボーリングバーのびびり振動の抑制が可能となるものである。

【0006】また、特願平6-318332公報のボーリングバーは、図10に示すように、軸状のシャンク部3の先端に切削チップ1を保持するヘッド部2と、シャンク部3が繊維強化複合材からなる軸状の本体に、繊維強化複合材よりも曲げ弾性率の高い高弾性材からなる拘束板10a、10bを、前記本体の長手方向断面に挿入されたシャンク部とが接合された繊維強化複合材製ボーリングバーである。繊維強化複合材製ボーリングバーのヘッド部2とシャンク部3とは、互いに接着剤で固着する構造、または着脱可能な構造となっている。前記拘束板10a、10bは繊維強化複合材製ボーリングバーを構成する繊維強化複合材のマトリックス樹脂の剪断変形を断面方向に拘束することにより、前記繊維強化複合材製ボーリングバーの剛性を高めることにより、実開平5-39806公報のボーリングバーよりもたわみにくくなり、さらにびびり振動の発生を抑えることを可能となるものである。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、生産性の向上のための中ぐり加工の高速化や、中ぐり加工の通し穴の長尺化によるボーリングバーの $L/D$ がさらに大きくなると、実開平5-39806公報の繊維強化複合材被覆のボーリングバーでも、びびり振動が生じるようになり、被削材の表面粗度や寸法精度の悪化の問題が起るようになる。この繊維強化複合材被覆のボーリングバーは、鋼製芯材20の周囲に繊維強化複合材からなる被覆層23があるため、繊維強化複合材の曲げ変化に対する樹脂の剪断変形が大きいため曲げ変化の等価弾性率

が低下してしまい、中ぐり加工条件が過酷になると、繊維強化複合材層によるびびり振動抑制効果が小さくなるものと考えられる。

【0008】また、繊維強化複合材がクランプ部まで配設した特願平6-318332公報の繊維強化複合材製ボーリングバーでは、前記繊維強化複合材被覆のボーリングバーよりびびり振動の発生を抑制できるが、中ぐり加工条件がさらに過酷になると、びびり振動が発生するようになり、被削材の表面粗度、寸法精度の悪化の問題が生じるようになる。

【0009】そこで本発明は上記問題点を鑑み、さらに $L/D$ が大きくなる場合や、中ぐり加工条件がより過酷になる場合でも、中ぐり加工時のびびり振動を低減させることが可能なボーリングバーを提供することを目的とするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、前述した目的を達成するために、ボーリングバーのびびり振動防止方法について鋭意研究を行った。従来の繊維強化複合材製ボーリングバー（特願平6-318332公報）の中ぐり加工中のボーリングバーのヘッド部およびシャンク部の変形を調査した。この結果を図9に示す。この時のボーリングバーの $L/D$ は6（突き出し長さ：96mm）で、被削材（S45C）を切削速度：150m/min、切り込み：0.1mm、送り：0.1/revで中ぐり加工を行った。図9に示されるように、ヘッド接合部の両側のヘッド部（a、b）とシャンク部（c、d）が折れ曲がった不連続な変形（イ）や（ロ）を示し、（イ）と（ロ）が反復繰り返しを起している。一方、ヘッド部とシャンク部が一体に構成されているボーリングバーの場合は、図8に示すようにヘッド部（a、b）とシャンク部（c、d）が連続した折れ曲がらない変形を起こすのみである。

【0011】このように、従来の繊維強化複合材製のボーリングバーの不連続な変形（イ）、（ロ）はヘッド部で大きくなっている。このために、被削材と切削チップとの間のすくい角が変動し、びびり振動が発生しやすくなったと考えられる。このすくい角の変動を低減し、びびり振動を抑制するためには、ヘッド部とシャンク部を一体に構成することにより、ヘッド部とシャンク部の接合部の剛性を高めることが必要であることが明らかになった。

【0012】また、中ぐり加工時のびびり振動の抑制は、ボーリングバーの固有振動数を上げる繊維強化複合材を用いることが有効であることが明らかになっている。しかし、この繊維強化複合材は曲げ弾性率が低いので、切削抵抗に抗して切削チップを当接させるに必要な静的な剛性を持つ必要がある。このため、繊維強化複合材より静的な曲げ弾性率が高い弾性材からなる補剛部材を備えることが好ましい。ヘッド部とシャンク部との結

合方法およびシャンク部の補剛部材と繊維強化複合材との組み合わせ方法を最適化することにより、ボーリングバーの剛性を高めることができ、ボーリングバーの固有振動数を上げることが可能であることを見出した。本発明は以上の知見により完成した。

【0013】本発明のうちで請求項1記載の発明は、軸状のシャンク部の先端に切削チップを保持するヘッド部を設けかつ前記シャンク部が繊維強化複合材からなる軸状の本体と、この本体の長手方向断面に設けられ前記繊維強化複合材よりも曲げ弾性率の高い弾性材からなる補剛部材を備えてなるボーリングバーにおいて、前記ヘッド部と前記補剛部材を一体に形成するとともに、前記補剛部材の外周面に繊維強化複合材を積層したことを特徴とするものである。ヘッド部と補剛部材を一体に形成するとともに、前記補剛部材の外周面に繊維強化複合材を積層することによって、ヘッド部とシャンク部との接合部の剛性を高めることができ、ヘッド部先端の変形を抑制でき固有振動数を高めることができる。これにより、ボーリングバーのびびり振動を抑制することができ、被削材を精度よく効率的に加工することができる。

【0014】本発明で使用する繊維強化複合材に用いる繊維には、石油ピッチ系炭素繊維、石炭ピッチ系炭素繊維、PAN系炭素繊維などを用いて良く、さらには高弾性有機繊維、高弾性金属繊維、高弾性無機繊維などであっても良い。あるいはこれら強化繊維を混織して使用しても良い。ただし、本発明の利用分野から鑑みてできるだけ剛性の高い強化繊維を使用することが好ましい。

【0015】一方、繊維強化複合材に用いるマトリックス樹脂としては、エポキシ樹脂、ポリエステル樹脂、アクリル樹脂などの繊維強化複合材に適用される熱硬化樹脂を用いる。さらに、これら繊維強化複合材に耐熱性、耐衝撃性などの付加価値を付与するためや、成形性、経済性の向上を図るために、樹脂組成中に各種フィラー、可塑剤、離型剤、可とう性付与剤等を配合することが好ましい。

【0016】補剛部材には、鋼材、合金鋼材、アルミ合金材、その他の金属材を用いて良い。補剛部材には、繊維強化複合材よりも曲げ弾性率が高く、高剛性の弾性材料であればよく、更には金属材に限らず超硬合金、サーメット等を用途により用いることができる。

【0017】また、本発明のボーリングバーはボーリングバーの $L/D$ を7以上で用いることが好ましい。 $L/D$ が7以上で、従来のボーリングバーよりびびり振動の抑制効果大きい。さらに、ボーリングバーの $L/D$ を7~9の範囲で用いることがより好ましい。 $L/D$ が9を越えると、びびり振動が生じ易くなる。

【0018】また、請求項2記載の発明は、請求項1記載の発明のヘッド部と補剛部材を削り出し法又は塑性加工法により一体に形成することを特徴とする。ヘッド部と補剛部材を一体に形成するための削り出し法には、切

削加工や研削加工が用いられる。塑性加工法には、冷間鍛造や熱間鍛造等の方法だけでなく、用途に応じて、粉末冶金法も用いることができる。

【0019】また、請求項3記載の発明は、請求項1記載の発明のヘッド部と補剛部材を溶接法又はろう付け法により一体に形成することを特徴とする。溶接法によりヘッド部と補剛部材を一体に形成することが好ましい。溶接法を用いることにより、ヘッド部と補剛部材との接合部が溶着され、この接合部の剛性がより高くなる。

【0020】また、請求項4記載の発明は、請求項1乃至3記載の発明の補剛部材が平板形状で、かつその幅方向を切削時の主分力方向に配向させることを特徴とする。補剛部材の幅方向を切削時の主分力方向に配向させることによって、切削時の主分力方向に対する剛性を効果的に高めることができる。また、ボーリングバーの外周面に前記補剛部材の両側端面を露出させることが好ましい。切削時においてシャンク部を固定するクランプ治具との接触部が、クランプ治具と補剛部材とを接触させることにより、このクランプ治具による固定を確実にし、剛性を高めることができる。

【0021】また、請求項5記載の発明は、請求項1乃至3記載の発明の補剛部材の断面が平板を交差させた十の字形状で、かつ十の字形状のそれぞれの幅方向が切削時の主分力方向と背分力方向にそれぞれ配向させることを特徴とする。補剛部材の断面十の字形状のそれぞれの幅方向を切削時の主分力方向と背分力方向にそれぞれ配向させることによって、切削時の主分力方向および背分力方向に対する剛性を効果的に高めると共に、たわみの発生をより効果的に抑制することができる。また、ボーリングバーの外周面に前記補剛部材の端面を露出させることが好ましい。切削本体の外周面に両側端面を露出させることが好ましい。

【0022】また、請求項6記載の発明は、請求項1乃至5記載の発明のシャンク部の外周に、繊維強化複合材よりも曲げ弾性率の高い弾性材からなる被覆層を備えることを特徴とする。シャンク部の外周に曲げ弾性率の高い弾性材からなる被覆層を備えることによって、繊維強化複合材のマトリックス材の剪断変形を断面方向円周上で拘束することにより、ボーリングバーの剛性を高めることができる。また、クランプ治具による固定を確実なものとすることができる。

【0023】

【発明の実施の形態】本発明の実施例について、以下に図面を参照して説明する。図1は本発明の第1実施例のボーリングバーの構成を示す図面であって、図(a)は一部破断側面図、図(b)は図(a)のA-A断面図である。

【0024】図1に示す第1実施例のボーリングバーは、軸状のシャンク部3の先端に切削チップ1を保持するヘッド部2を設けてなる。前記ヘッド部2と補剛部材

(十の字状芯材)4を一体に形成されるとともに、前記十の字状芯材4の外周面に繊維強化複合材7を積層されている。

【0025】本発明の第1実施例のボーリングバーの製造過程を以下に示す。板厚1.5mmのJIS S45C鋼板を組み合わせて溶接により、外径が16mmの十の字状芯材4を製作した。また、JIS S45Cの丸棒からヘッド部を製作し、このヘッド部に、十の字状の溝を加工した。この十の字状の溝に前記十の字状芯材4を挿入して溶接し、ヘッド部2と十の字状芯材4を一体に形成したボーリングバー本体を製作した。前記十の字状芯材4は、丸棒を断面形状が十の字状芯材4になるように切削して製作してもよい。溶接の替わりに、ろう付けによりヘッド部2と十の字状芯材4を一体に形成しても良い。

【0026】本発明の第1実施例では、アルトルージョン法により連続的に断面形状が1/4円に分割された扇形状の長尺軸状の炭素繊維強化プラスチックのロッドを成形した。このロッドを所定の長さで切断し、これら4本を前記ヘッド部2の十の字状芯材4に接着することにより、本発明の第1実施例のボーリングバーを製作した。また、本実施例のボーリングバーの外周面に十の字状芯材4の端面を露出させた。

【0027】炭素繊維強化プラスチックは強化繊維として石油ピッチ系炭素繊維(縦弾性率686GPa:70000kgf/mm<sup>2</sup>)を用い、マトリックスとして、エポキシ樹脂を用いた。このエポキシ樹脂には、例えばエポキシ樹脂「エピコート871(エポキシ当量430)」(油化シェルエポキシ社製)に硬化剤として酸無水物「エピクロンB570」(大日本インキ社製)およびイミゾール「エビキュアEMI-24」(油化シェルエポキシ社製)を100:27:2.8の割合で混合したものを用いた。

【0028】アルトルージョン成形において、直径16mm円の径方向に芯金厚さ1.5mmを除いて1/4分割された扇形状(半径7.25mm、曲率半径8mm)をを断面とする長さ約80cmのキャビティを有する温調機付きの加熱型に、所定の炭素繊維強化プラスチックロッドの繊維体積含有率(Vf)が60%となるように所定本数束ねられた炭素繊維を型の直前の樹脂槽内で樹脂を含浸させた後、通し、処理温度:180℃、引抜速度:0.1m/minの条件で樹脂を硬化させながら連続的に引き抜くことで前記炭素繊維強化プラスチックを得た。

【0029】この炭素繊維強化プラスチックのロッドの十の字状芯材への接着に際しては2液反応型エポキシ接着剤を用い、常温で8時間静置することで固着させた。

【0030】本実施例では、アルトルージョン成形法により得た炭素繊維強化プラスチックのロッドを十の字状芯材に外部から接着することにより行なったが、アルトル

ージョン成形に限らず、予め樹脂の含浸させた一方方向ブリアレグをローリング法等により十の字状芯材に直接または別個に形成し、その後オートクレープ等で加圧・硬化させる方法や、十の字状芯材上にフィラメントワインディング法により炭素繊維強化プラスチック層を成形させる方法等を採用しても良い。また、これら成形方法を組み合わせた成形方法を適用しても良い。

【0031】本発明の炭素繊維強化プラスチック製ボーリングバー（CFRP「本発明」）を用いて打撃試験を行った。比較のために、従来例として炭素繊維強化プラスチック製ボーリングバー（CFRP「従来例」）、超硬合金単体のシャンク部を有する超硬合金製ボーリングバー（超硬合金）および炭素鋼（JIS S45C）単体のシャンク部を有するS45C製ボーリングバー（S45C）を用いて打撃試験を行った。打撃試験条件は、直径D：16mm、突き出し長さL：96mm（L/D：6）で固定した状態で、それぞれのボーリングバーの固有振動数を測定した。測定方法は、切削チップ先端に加速度センサを取付け、前記切削チップの先端を曲げ方向に打撃することによって得られる自由振動波形の信号からFFT（小野測器CF350）を用いて曲げ1次の固有振動数を求めた。この固有振動数の測定結果を表1に示す。

【0032】

【表1】

例	固有振動数(Hz)
CFRP「本発明」	1900
CFRP「従来例」	1800
超硬合金	1600
S45C	1200

【0033】本発明の炭素繊維強化プラスチック製ボーリングバーは従来の炭素繊維強化プラスチック製ボーリングバーより、固有振動数を1800から1900Hzに高めることができた。ヘッド部と補剛部材を一体に形成するとともに、前記補剛部材の外周面に繊維強化複合材を積層することにより、ヘッド部とシャンク部との接合部の剛性を高めることができ、固有振動数を高めることができたものである。さらにヘッド部先端の変形を抑制することができた。

【0034】次に、前記ボーリングバーにコーティング超硬合金製の切削チップを取り付け、突き出し長さ112mm（L/D：7）で固定した状態で、それぞれのボーリングバーについて中ぐり加工試験を行った。試験条件は、被削材：JIS S45C、切削速度：150m/min、切り込み：0.1mm、送り：0.1mm/revである。中ぐり加工を行った時の振動加速度を測定した。この測定結果を図5に示す。本発明の炭素繊維強化プラスチック製ボーリングバーはびびり振動を起こ

していなかったが、他のボーリングバーはいずれもびびり振動を起した。なお、超硬合金製ボーリングバーおよびS45C製ボーリングバーは、従来の炭素繊維強化プラスチック製ボーリングバーよりさらに大きなびびり振動を起している。

【0035】この時の本発明の炭素繊維強化プラスチック製ボーリングバーの切削試験中の変形図を図8に示す。ヘッド部とシャンク部の接合部の剛性が向上し、接合部での折れ曲がり無く、変形は連続しており、チップ先端の変動が抑制され、すくい角の変動が減少している。図9に示される、従来の炭素繊維強化プラスチック製ボーリングバーと比較して著しい改善を示している。

【0036】次に、この時に得られた被削材の表面粗さの測定結果を図6に示す。本発明の炭素繊維強化プラスチック製ボーリングバーは従来の炭素繊維強化プラスチック製ボーリングバーに比べて、被削材の表面粗さが著しく改善されている。なお、超硬合金製ボーリングバーおよびS45C製ボーリングバーはこれらの結果より、被削材の表面粗さがさらに悪化している。

【0037】突き出し長さLとボーリングバーの外径Dとの比L/Dを変化させた中ぐり切削試験の結果から得られた各例のボーリングバーのびびり振動に対する限界突き出し量L/Dを、表2に整理した。本発明の炭素繊維強化プラスチック製ボーリングバーの限界突き出し量L/Dは7～9の範囲まで向上し、この範囲までびびり振動が発生が抑制され、被削材の表面粗さが著しく改善される。さらに、中ぐり加工によりえられた穴に円筒度も向上した。なお、従来の炭素繊維強化プラスチック製ボーリングバーの限界突き出し量L/Dは6～7の範囲になるが、L/Dが7になると、前述の中ぐり加工試験の結果（図5）に示されるように、びびり振動を生じようになり、被削材の表面粗さが悪化する。このように、本発明のボーリングバーはL/Dを7以上で従来のボーリングバーに比べて、優れた中ぐり加工性能を示す。

【0038】

【表2】

例	限界突き出し量L/D
CFRP「本発明」	7～9 倍
CFRP「従来例」	6～7
超硬合金	5
S45C	4

【0039】さらに、本発明の炭素繊維強化プラスチック製ボーリングバーおよび超硬合金製ボーリングバーにコーティング超硬合金製のバイトを取り付け、突き出し量104mm（L/D：6.5）で固定した状態で、中ぐり加工試験を行った。試験条件は、被削材：JIS S45C、切削速度：300m/min、切り込み：

0.1mm、送り:0.1mm/revである。中ぐり加工を行った時の振動加速度を測定した。本発明の炭素繊維強化プラスチック製ボーリングバーはびびり振動を起こしていなかったが、超合金製ボーリングバーはびびり振動を起した。この時の被削材の表面粗さの測定結果を図7に示す。本発明の炭素繊維強化プラスチック製ボーリングバーは従来の炭素繊維強化プラスチック製ボーリングバーや超合金製ボーリングバーに比べて、被削材の表面粗さが著しく改善されている。本発明の炭素繊維強化プラスチック製ボーリングバーは切削速度を150m/minから300m/minまで速くしても、びびり振動を生じないで、優れた性能を発揮することを確認した。

【0040】以上述べたように、ヘッド部と補剛部材とを一体構造にし、シャンク部との結合を強固にすることによってヘッド先端の変形を抑制し、固有振動数を向上させた結果、びびり振動を効果的に抑制することができ、さらにヘッド部先端の変形を抑制することができた。

【0041】図2に示す第2実施例のボーリングバーは、軸状のシャンク部3の先端に切削チップ1を保持するヘッド部2を設けてなる。前記ヘッド部2と補剛部材(一の字状芯材)5を一体に形成されとともに、前記一の字状芯材5の外周面に繊維強化複合材7を積層されている。補剛部材の幅方向を切削時の主分力方向に配向させることによって、切削時の主分力方向に対する剛性を効果的に高めることにより、びびり振動を抑制できた。

【0042】図3に示す第3実施例のボーリングバーは、補剛部材が円断面芯材6の場合である。ヘッド部2に円形状の座ぐりを入れ、円断面芯材6をヘッド部2に挿入し、その後溶接もしくはろう付けする。次に、フルトルジョン成形により連続的に断面形状が1/2円である扇形の長尺軸状の炭素繊維強化プラスチックロッドを形成した。これを所定の長さに切断後、これら2本をヘッド部2の接合された円断面芯材6に接着することにより、前記構成のボーリングバー製造した。この繊維強化複合材層7をクランプ部9まで配設することにより、中ぐり加工条件が過酷になっても、繊維強化複合材層7によるびびり振動抑制効果が維持できた。

【0043】図4に示す第4実施例のボーリングバーは、外周上にS45Cを代表する高弾性層8を有するシャンク部3を有する。予め、所定肉厚の金属管(金属被覆層8)内に十の字芯材4を挿入したシャンク部3を製作する。この十の字芯材4はヘッド部2に溶接又はろう付けされる。次に、炭素繊維を所定本数束ねてなるロービングにエポキシ樹脂を含浸させた後、これを前記シャンク部3のそれぞれの穴に、圧入する。その後、これをオープン内において所定温度・時間で加熱して、内部の樹脂を硬化させることで、炭素繊維強化プラスチックの

外周を金属材で被覆してなるシャンク部3を形成する。そして、この金属被覆層8にヘッド部2を溶接もしくはろう付けすることによりボーリングバーを製造した。シャンク部3の外周に曲げ弾性率の高い弾性材からなる金属被覆層8を備えることによって、繊維強化複合材のマトリック材の剪断変形を断面方向円周上で拘束することにより、ボーリングバーの剛性を高めることができた。補剛部材が円断面芯材の場合も、同様の方法で製造でき、同様のびびり振動抑制効果を有する。

【0044】

【発明の効果】以上の説明したように、本発明のボーリングバーは、曲げ弾性率の高い弾性体を補剛部材に用い、この補剛部材とヘッド部を一体に形成し、前記補剛部材の外周面に繊維強化複合材をクランプ部まで積層することにより、高剛性を確保でき、繊維強化複合材層によるびびり振動抑制効果が維持できた。この結果、L/Dをより大きくした場合や、中ぐり加工条件をより厳しくした場合でも、びびり振動を起こすことなく、被削材の表面粗度や加工精度を良好に中ぐり切削を行うことができる効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のボーリングバーの第1実施例(十の字芯材)の構成を示す図面であって、図(a)は一部破断側面図、図(b)は図(a)のA-A断面図である。

【図2】本発明のボーリングバーの第2実施例(一の字芯材)の構成を示す図面であって、図(a)は一部破断側面図、図(b)は図(a)のA-A断面図である。

【図3】本発明のボーリングバーの第3実施例(円断面芯材)の構成を示す図面であって、図(a)は一部破断側面図、図(b)は図(a)のA-A断面図である。

【図4】本発明のボーリングバーの第4実施例(十の字芯材)とシャンク部周上に金属被覆)の構成を示す図面であって、図(a)は一部破断側面図、図(b)は図(a)のA-A断面図である。

【図5】本発明のボーリングバーの第1実施例の切削試験結果(びびり振動測定結果)であって、図(a)は本発明、図(b)は比較例(従来の炭素繊維強化プラスチック製ボーリングバー)である。

【図6】本発明のボーリングバーの第1実施例の切削試験結果(表面粗さ測定結果)であって、図(a)は本発明、図(b)は比較例(従来の炭素繊維強化プラスチック製ボーリングバー)である。

【図7】本発明のボーリングバーの第1実施例の別の切削試験結果(表面粗さ測定結果)であって、図(a)は本発明、図(b)は比較例(従来の炭素繊維強化プラスチック製ボーリングバー)、図(c)は比較例(超合金製ボーリングバー)である。

【図8】本発明の切削時の変形図である。

【図9】従来の炭素繊維強化プラスチック製ボーリングバーの切削時の変形図である。



1 1

1 2

【図10】従来の炭素繊維強化プラスチック製ボーリングバーの構成図である。

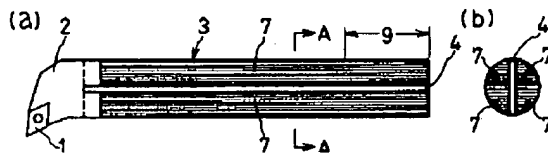
【図11】従来の繊維強化複合材を用いたボーリングバーの構成を示す一部破断側面である。

【符号の説明】

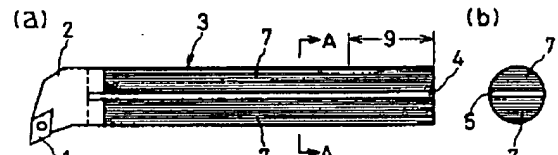
- 1 切削チップ  
2 ヘッド部

- 3 シャンク部  
4 十の字芯材（補剛部材）  
5 一の字芯材（補剛部材）  
6 円断面芯材（補剛部材）  
7 炭素繊維強化プラスチック  
8 金属被覆層  
9 クランプ部

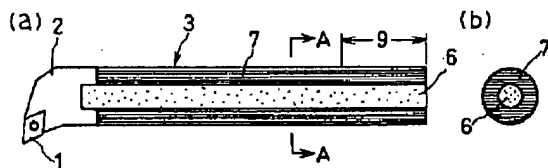
【図1】



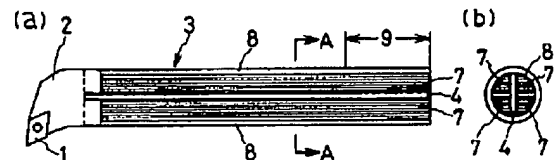
【図2】



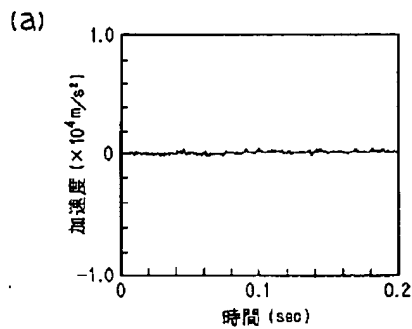
【図3】



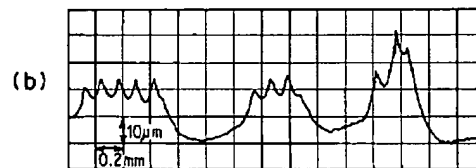
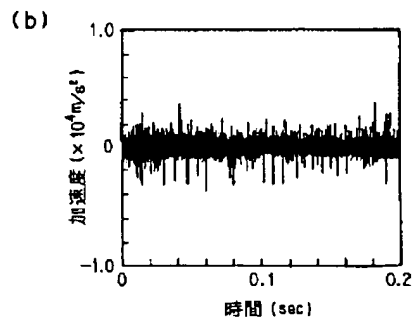
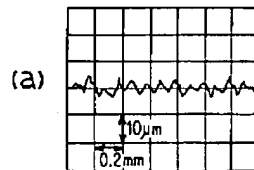
【図4】



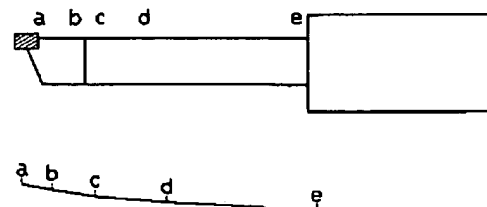
【図5】



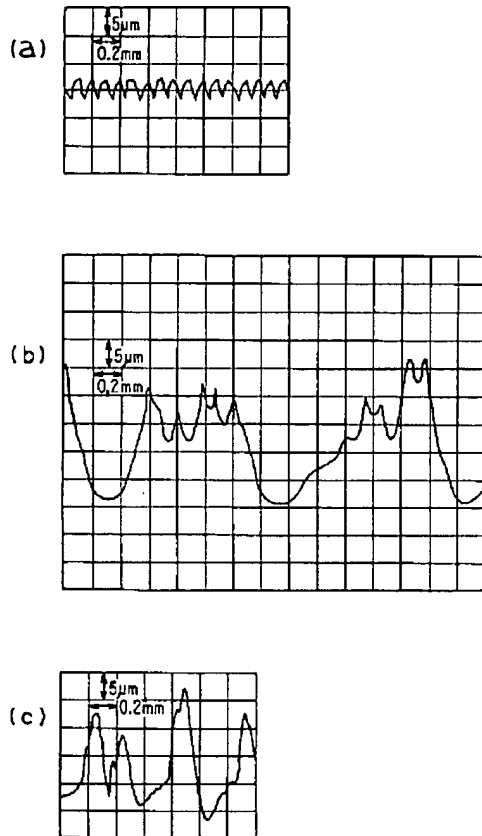
【図6】



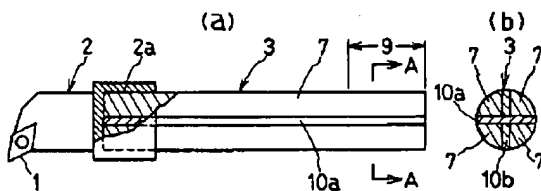
【図8】



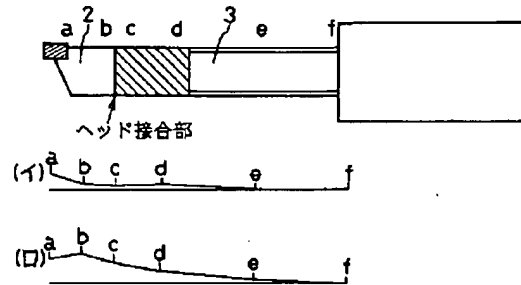
【図7】



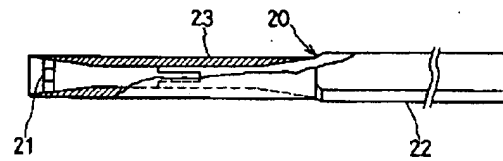
【図10】



【図9】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 小林 尚博  
兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号  
株式会社神戸製鋼所神戸総合研究所地区内

(72)発明者 小泉 孝之  
兵庫県宝塚市仁川北1丁目1の17  
(72)発明者 藤井 透  
京都府京都市左京区岩倉花園町541-110